

УДК 614.2

JEL classification: C61, I13, J88

**Фартушний І.Д.**

*канд. фіз.-мат. наук, доцент*

ORCID ID: 0000-0003-1595-9495

**Тимощук С.П.**

ORCID ID: 0000-0002-0113-4217

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

## **РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОBOB'ЯЗКОВОГО МЕДИЧНОГО СТРАХУВАННЯ ДЛЯ УКРАЇНИ**

### **DEVELOPMENT OF THE MATHEMATICAL MODEL OF MEDICAL INSURANCE FOR UKRAINE**

*Основним завданням управлінського апарату країни є раціональний розподіл надходжень до бюджету, забезпечення та підтримка високих соціальних стандартів для населення в галузях сфери послуг, підвищення рівня життя і т. д. Однією з найбільш важливих компонентів соціальної сфери є система охорони здоров'я, яка є відображенням ефективності управлінської діяльності. Таким чином, на сьогодні медична галузь є однією з перших, що потребує реформування, оскільки певний час знаходиться в стані занепаду, що негативно вплинуло на якість життя населення в цілому. За період 2018-2019 рр. було ухвалено ряд нормативно-правових актів стосовно модернізації медичної галузі, які мали б вирішити основні проблеми – обсяг і рівень наданих послуг; фінансове забезпечення медичних установ. Остання причина є вирішальною для прийняття подальших управлінських рішень. Медична галузь належить до найбільш специфічних, оскільки потребує індивідуального підходу до системи в цілому. На сьогодні не існує ідентичних систем функціонування охорони здоров'я. Використання міжнародного досвіду дозволить уникнути певного спектру проблем, тому для підготовки статті попередньо проаналізовано медичні системи Швейцарії, Південної Кореї, США, Ізраїлю, Іспанії, Японії, Великої Британії. Для визначення поточного стану галузі досліджено заходи реформування, що були здійснені протягом останніх років; способи фінансування та принципи розподілу коштів. На основі вивченого матеріалу запропоновано модернізацію механізму надходження фінансових потоків до галузі. За допомогою економіко-математичного моделювання мультиплікативного підходу до багаторічного медичного страхування, визначено оптимальний розмір обов'язкового відсотку та бази страхування з врахуванням збільшення ризиків зростання захворюваності в наслідок вікових змін у населення. Таким чином, реалізація(розрахунок) моделі призвела до прогнозування зміни обсягів фінансових потоків галузі. При умові постійної нестачі фінансових ресурсів отримана самостійність галузі при мінімальних бюджетних дотаціях є можливим шляхом розвитку вітчизняної медичної системи. Варто акцентувати увагу на запропонованій перекваліфікації вже існуючих установ, що забезпечуватимуть вирішальні функції контролю за ринком приватних страхових послуг. Така система відповідає принципам «автономії» галузі, модель якої була поставлена за мету.*

**Ключові слова:** медична галузь, страхування життя, обов'язкова відсоткова ставка страхування, річний внесок.

*The main task of the governing body of the country is the rational distribution of budget revenues, ensuring and maintaining high social standards for the population in the service sector, improving living standards, etc. One of the most important components of the social sphere is the health system, which is a reflection effectiveness of management activities. Thus, today the medical sector is one of the first to be reformed, as it is in a state of decline for some time, which has adversely affected the quality of life of the population as a whole. During the period 2018-2019, a number of regulatory acts were adopted regarding the modernization of the medical sector, which should solve the main problems - the volume and level of services provided; financial support of medical institutions. The last reason is decisive for further management decisions. The medical industry is one of the most specific because it requires an individual approach to the system as a whole. There are currently no identical health systems. Using international experience will help to avoid a certain range of problems, therefore, for the preparation of the article, the medical systems of Switzerland, South Korea, the USA, Israel, Spain, Japan, and the United Kingdom were analyzed. To determine the current state of the industry, the reform measures that have been implemented in recent years are examined; ways of financing and principles of distribution of funds. Based on the material studied, it is proposed to modernize the mechanism of inflow of financial flows to the industry. The economic and mathematical modeling of a multiplicative approach to long-term health insurance has determined the optimal size of the required percentage and base of insurance, taking into account the increase in the risk of increasing the incidence due to age-related changes in the population. Thus, the implementation (calculation) of the model led to the forecast of changes in the volume of financial flows of the industry. Given the constant lack of financial resources, the obtained independence of the industry with minimal budget subsidies is possible through the development of the domestic medical system. Emphasis should be placed on the proposed retraining of existing institutions that will provide decisive functions to monitor the market for private insurance services. Such a system complies with the principles of "autonomy" of the industry, the model of which was intended.*

**Key words:** medical industry, life insurance, percentage of insurance, annual contribution.

**Вступ.** Якість охорони здоров'я населення належить до основних характеристик ефективності управління фінансовими активами країни, оскільки у такий спосіб держава демонструє рівень соціальної забезпеченості населення. Рівень медичного обслуговування є складовою для формування щорічного рейтингу країн за рівнем життя(Where-to-be-born Index). На сьогодні Україна посідає 62 позицію із 71 країни світу[3]. Таким чином, поряд з іншими критеріями, медична галузь потребує особливої уваги.

Основною перешкодою для розвитку є недостатнє фінансування, некоректне формулювання плану реформування, низький рівень довіри до лікаря, а також розгляд медичної галузі як апіорно «збиткової, яка не здатна на самостійне утримання». Сучасний етап переходу(реформування) системи передбачає перегляд традиційного бюджетного фінансування галузі й принципу «кошти йдуть за пацієнтом» на модернізований варіант обов'язкового медичного страхування працюючих. Основним методом впливу на суму надходжень до галузі залишається варіювання відсоткової ставки обов'язкових стягнень. Запровадження нових моделей у галузі має бути спрямованим на

перспективу, оскільки сфера їх найбільшого впливу прив'язана до основних соціальних гарантій для населення.

Відповідальність за розробку основних положень реформування галузі покладена на Міністерство охорони здоров'я України, яке активно співпрацює з Національною службою здоров'я України. Проблема медичного страхування висвітлена в працях вітчизняних вчених, таких як В. Базилевич, Т. Артюх, Т. Марченко, М. Мних, В. Воблий. Серед зарубіжних науковців необхідно виділити праці А. Аткинсона, Е. Берковіца, К. Блека та інших праці фахівців, які досліджували реформування медичних систем.

**Постановка завдання.** Для процесу дослідження основне завдання сформульовано як розробка та демонстрація моделі фінансування й розподілу коштів медичної галузі, визначення можливої ставки обов'язкового стягнення для працюючих за допомогою побудови макроекономічної моделі.

Об'єктом досліджень є система фінансування медичної галузі України.

Предметом дослідження є регулювання обов'язкового відсотку для медичного страхування за допомогою макроекономічних моделей у перспективі.

**Методологія.** Теоретико-методологічною основою для написання роботи складала праці зарубіжних та вітчизняних вчених, матеріали науково-практичних міжнародних медичних конференцій, положення та інші нормативно-правові документи міжнародних організацій стосовно реформування галузі й запровадження обов'язкового медичного страхування. Для досягнення мети були використані наступні методи дослідження, а саме: порівняння, аналіз та синтез, індуктивний та дедуктивний методи, макроекономічне моделювання та економетричні методи.

**Результати дослідження.** Стан медичної галузі під час реформування потребує значних фінансових надходжень з бюджету України.

У 2019 році було виділено 96 млрд. грн, у 2020 році – видатки на охорону здоров'я будуть становити близько 116 млрд грн. Розподіл коштів на поточний рік передбачає використання 98 млрд. грн Міністерством охорони здоров'я та додаткові 17,7 млрд грн буде спрямовано в галузь у вигляді субвенцій для фінансування запроваджених програм[2]. Прогнозовані необхідні видатки для утримання медичної галузі до 2022 року будуть зростати і становитимуть близько 135 млрд грн, проте рівень довіри населення до лікарів та задоволення якістю наданих послуг поки залишається незмінним[2].

Окремою проблемою є недовіра до медичного страхування. За даними 2019 року середня кількість осіб, що користуються послугами Фонду соціального страхування України становить 12,7 млн[8]. Спектр надання послуг у цій галузі залишається мізерним й поширюється на часткове покриття фармацевтичних витрат пацієнта.

На нашу думку, альтернативним варіантом вирішення проблеми фінансування галузі та перспективного підвищення рівня соціального захисту населення є запровадження багатоканального фінансування медицини; необхідно спрямувати зусилля на збільшення ефективності використання ресурсів та реструктуризації не тільки медичних ланок, а й джерел надходжень фінансових ресурсів шляхом вибору концепції обов'язкового медичного страхування та активну підтримку добровільного медичного страхування у приватних фондах. Таким чином, кожна установа(заклад) охорони здоров'я буде перетворено на незалежне підприємство з автономною системою управління та фінансування за фактичних об'єм наданих послуг(рис. 1).

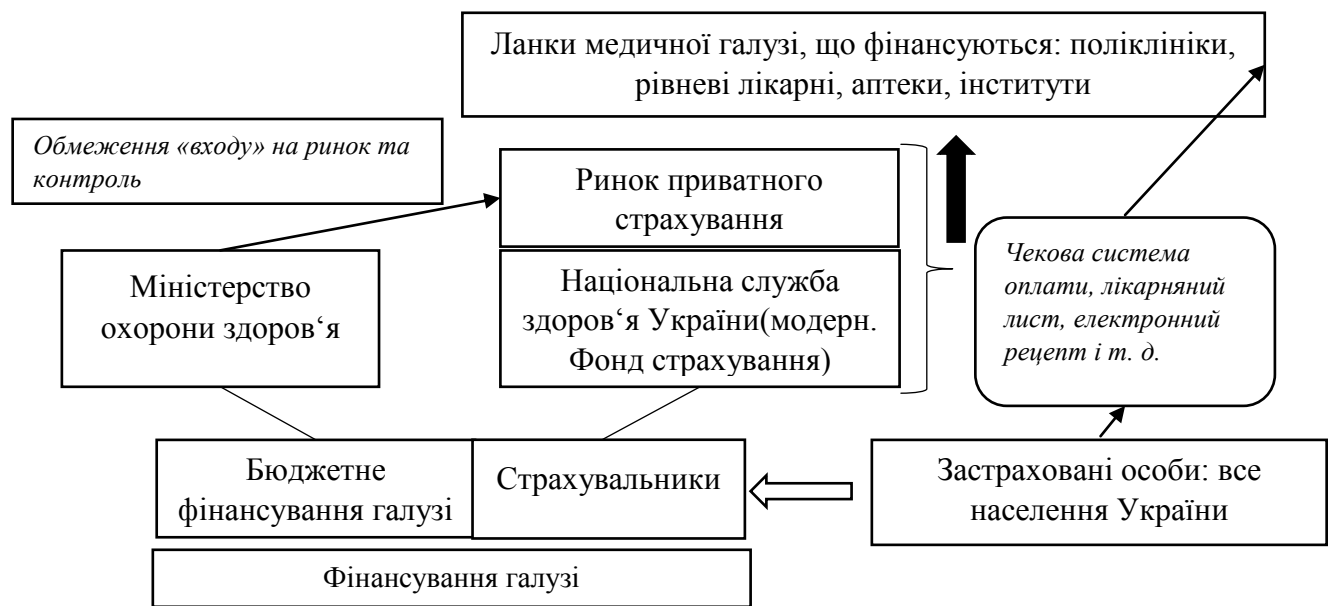


Рисунок 1 - Механізм фінансування системи охорони здоров'я України

Особливістю запропонованого механізму є те, що ми пропонуємо часткову перекваліфікацію Національної служби здоров'я України у страховий фонд. Повноваження з реформування галузі, розробка нормативно-правових актів, а також консолідована обробка даних покладається на Міністерство охорони здоров'я. Останнє є відповідальним за вихід на ринок приватного страхування нових гравців. Запровадження медичних програм покладено на бюджетне утримання також. Передбачено отримання страхового полісу непрацездатним людям, дітям та пенсіонерам з такими можливими варіантами фінансування: перерозподіл невикористаних коштів інших членів родин або державне(бюджетне) утримання.

Побудова економіко-математичної моделі передбачає визначення мінімальної відсоткової ставки обов'язкового стягнення з працюючих у страховий фонд. За такого підходу була використана мультиплікативна модель довготермінового медичного страхування.

Перейдемо до побудови математичної моделі. Основні змінні для страхового полісу, що забезпечують відшкодування та розрахунок медичних витрат для власників полісу:

$z$  – загальна кількість позовів(звернень) на користування страховим полісом протягом року. Значення параметру може відрізнитись від зазначеної кількості у договорі  $r$ .

$$r \leq z, r \geq z$$

$y_1 \dots y_z$  – сума вимог(витрат на медичне обслуговування у випадку разового захворювання відповідно до звернення).

Для характеристики частоти звернень та визначення суми запитів на виплату страхового полісу використовують наступні показники:

$N$  – випадкова кількість звернень для загального страхування, з однорічним покриттям, набуває значень  $0,1,2\dots$ . Іноді показник називається також частотою можливих звернень.

Середня кількість претензій на поліс або середня частота претензій(порівняння фактичної кількості звернень із запланованою)[4]:

$$\bar{n} = \frac{z}{r}$$

Середня сума вимог(у грошовому еквіваленті) за претензією або середня ступінь тяжкості вимоги[5]:

$$\bar{y} = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_z}{z} \quad (1)$$

Наступною характеристикою є кількість днів, тобто фактична тривалість кожної претензії(перебування на стаціонарному/амбулаторному лікуванні у закладах охорони здоров'я[5]:

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_z}{z} \quad (2)$$

Коефіцієнт захворюваності, який відображається відношенням фактично проведених днів на стаціонарному/амбулаторному лікуванні до кількості претензій у договорі страхового полісу[5]:

$$\mu = \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_z}{r} \quad (3)$$

Представимо суму вимог за полісом за допомогою введення додаткового показника – денної премії(фінансування 1-ліжкодня за настанням страхового випадку). Видозмінена формула має наступний вигляд[5]:

$$Q = b \frac{d_1 + d_2 + \dots + d_z}{r} = b\mu \quad (4)$$

При виконання наступних заміन отримаємо остаточну формулу суми вимог за полісом, яку можна описати за допомогою середніх значень:

$$Q = b\mu = b\bar{d}\bar{n} \quad (5)$$

Складність обрахунку медичного страхового полісу полягає у великій кількості індивідуальних ризиків, які пов'язані із життям індивіда.

Класифікація факторів ризиків:

Індивідуальні фактори ризику(вік, стать, загальний стан здоров'я і т. д.)такі фактори враховуються і впливають на частоту претензій(використання страхового полісу і від цього може індивідуально варіюватись сума стягнень).

Інші фактори впливу(ті, які зазвичай не можна передбачити і вимагають поетапного дослідження медичної карти пацієнта). На сьогодні Всесвітньою організацією охорони здоров'я найбільшим фактором ризику залишається вік пацієнта. Таким чином, на основі вищезазначених формул виведемо загальну формулу для розрахунку страхової премії(страхових накопичень) у випадку однорічного страхування.

Для відшкодування медичних витрат[5]:

$$P_x = \bar{y}_x \bar{n}_x (1+i)^{-\frac{1}{2}} \quad (6)$$

де  $P_x$  – розмір відшкодування медичних витрат(за фактору вікового ризику  $x$ . Показник денної премії(за настання страхового випадку для покриття 1-го ліжко-дня пацієнта).

$$P_x = b \bar{d}_x \bar{n}_x (1+i)^{-\frac{1}{2}} \quad (7)$$

Використання однорічної моделі страхування в умовах модернізації галузі є недоцільним, оскільки остання здатна акумулювати матеріальні активи(особові внески застрахованих осіб) з перспективою використання у майбутніх періодах.

Введемо наступні позначення:

$x$  - вік страхувальника при видачі полісу (для  $t = 0$ );

$m$  – термін дії страхового полісу;

$h p x$  - ймовірність, що людина віком  $x$  буде жива у віці  $x+h$ ;

$P_{x,m}$  – значення премії зі зміною часу (річна премія, що формується із отриманих податкових коштів за визначений термін) [7].

Формалізуємо запис:

$$P_x = \sum_{h=0}^{m-1} h p x (1+i)^{-h} P_{x+h} \quad (8)$$

де  $P_{x+h}$  задано попереднім періодом часу. Для страхування діє основний принцип еквівалентності: одноразова премія = значення вигоди. Також за будь-яких умов має виконуватись таке положення:

$$P_x < P_{x+1} < \dots < P_{x+m-1}$$

Такий принцип підтверджується тим, що на розмір виплати впливає збільшення значення ризику захворюваності зі збільшенням віку пацієнта.

Покладемо наступні додаткові характеристики для опису мультиплікативної моделі[5]:

$$\bar{n}_x = \bar{n} t_x \quad (9)$$

$$\bar{y}_x = \bar{y} u_x \quad (10)$$

$$\bar{d}_x = \bar{d} v_x \quad (11)$$

Де  $t_x$ ,  $u_x$ ,  $v_x$  – коефіцієнти, які відображають вік як основний фактор ризику(розраховуються Всесвітньою організацією охорони здоров'я).

Перейдемо до побудови мультиплікативної формули страхової виплати:  
Якщо

$$\Pi_x = \bar{y}_x \bar{n}_x (1+i)^{-\frac{1}{2}} = \bar{y} \bar{n} u_x t_x (1+i)^{-\frac{1}{2}}, \quad (12)$$

$$\Pi_x = \sum_{h=0}^{\text{тоді } m-1} h p x (1+i)^{-h} \bar{y} \bar{n} u_{x+h} t_{x+h} (1+i)^{-\frac{1}{2}} = \bar{y} \bar{n} \sum_{h=0}^{m-1} h p x (1+i)^{-h-\frac{1}{2}} u_{x+h} t_{x+h}$$

Розрахунок премії за рівень визначається як середньозважена арифметична натуральна премія й описується наступною формулою[4]:

$$P_{x,m} = \frac{\Pi_{x,m}}{\ddot{a}_{[x:m]}},$$

де  $\ddot{a}_{[x:m]}$  - актуальна вартість унітарної тимчасової премії, що сплачується на початок кожного року.

Формалізований вигляд:

$$P_{x,m} = \frac{\sum_{h=0}^{m-1} h p x (1+i)^{-h} \Pi_{x+h}}{\sum_{h=0}^{m-1} h p x (1+i)^{-h}} \quad (13)$$

Опишемо середній арифметичний розмір премії за рівень. При цьому припускаємо, що  $n$  – кількість часових періодів[4].

$$\bar{P}_{x,m} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left( \frac{\sum_{h=0}^{m-1} h p x (1+i)^{-h} \Pi_{x+h}}{\sum_{h=0}^{m-1} h p x (1+i)^{-h}} \right)_n \quad (14)$$

Для запровадження моделі страхування в Україні вирішальним фактором є отримані кошти для фонду страхування. Припускаємо, що обов'язковий розрахований внесок здійснює зайняте населення з економічно-активного).

Тоді  $L_{15-70}$  – зайняте населення (за даними Державної служби статистики України) [1].

Позначимо отримані вхідні фінансові потоки страхового фонду(цільову функцію економіко-математичної моделі):

$$Income = L_{15-70} \bar{P}_{x,m} = L_{15-70} \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left( \frac{\sum_{h=0}^{m-1} h p x (1+i)^{-h} \Pi_{x+h}}{\sum_{h=0}^{m-1} h p x (1+i)^{-h}} \right)_n \rightarrow \max \quad (15)$$

Нехай відсоткова ставка обов'язкових стягнень має межі від 1-3%. З державної служби статистики отримаємо значення кількості працюючого населення. Отримані значення мають наступний вигляд (рис. 2):

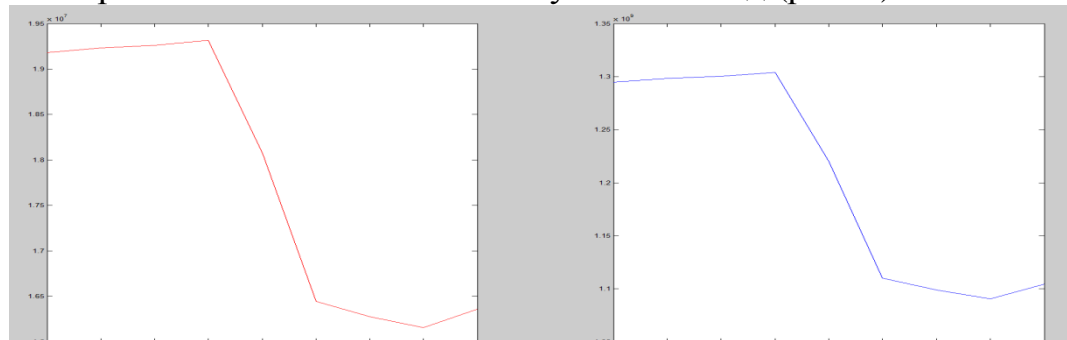


Рисунок 2 - Кількість працюючого населення та графік отриманих фінансових активів для страхового фонду та змінних показників ризику захворюваності при старінні

За умови введення обов'язково податкового внеску до страхового фонду у розмірі 1,27% за річного внеску 1615 грн, фінансових активів страхового фонду становитиме 121 640 296 424 грн. Така сума перевищує значення фактично отриманих коштів за 2019 рік на 30 млрд грн. Перспективним напрямком залишається роботи залишається дослідження принципів розподілу фінансових активів галузі.

**Висновок.** У статті було розглянуто основні проблеми реформування медичної галузі для України, досліджено та запропоновано альтернативну модель взаємодії суб'єктів охорони здоров'я. Для підтвердження пріоритетності напрямку реформування, було використано економіко-математичну мультиплікативну модель багаторічного страхування на основі досвіду інших країн. Проаналізовано вплив запровадження обов'язкової відсоткової ставки на фінансові потоки медичної галузі.

Перспективним напрямком дослідження залишаються принципи використання вже існуючих коштів та можливість їх оптимального розподілу у найбільш проблемні галузі. При цьому варто використовувати індивідуальний підхід до плану розвитку та реформування галузі, оскільки на сьогодні не існує абсолютно ідентичних моделей організації галузі охорони здоров'я.

### Література

1. Зайняте населення за видами економічної діяльності у 2012-2018 роках [Електронний ресурс] – Режим доступу: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua)
2. Міністерство охорони здоров'я України: трансформація системи [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://moz.gov.ua/>
3. Dynamic Macroeconomic Modeling with Matlab [Електронне джерело] – Режим доступу: [https://econ.au.dk/fileadmin/Economics\\_Business/Research/DGPE/2012/Dynamic\\_Macroeconomic\\_Modeling\\_with\\_Matlab\\_March\\_1-2/Dyn\\_Mac.pdf](https://econ.au.dk/fileadmin/Economics_Business/Research/DGPE/2012/Dynamic_Macroeconomic_Modeling_with_Matlab_March_1-2/Dyn_Mac.pdf)
4. The "Where-To-Be-Born" Index: The Highest And Lowest Scoring Countries [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.worldatlas.com/articles/the-where-to-be-born-index-the-highest-and-lowest-scoring-countries.html>
5. Pitacco E. Health Insurance: Products and Basic Actuarial Models [Електронний ресурс] / Ermanno Pitacco // 2017 – Режим доступу до ресурсу: [http://aktuari.math.pmf.unizg.hr/docs/Health\\_Ins.pdf](http://aktuari.math.pmf.unizg.hr/docs/Health_Ins.pdf)
6. Пономаренко О. М. Сучасний економічний аналіз: У 2 ч. 2 ч. Макроекономіка / О. М. Пономаренко, М. О. Перестюк. – Київ: Вища школа, 2004. – 207 с.
7. Cichon M. Modelling in health care finance: a compendium of quantitative techniques for health care financing / Michael Cichon. – Geneva: International Labour Office (ILO) and the International Social Security Association (ISSA), 2004. – 376 с.
8. Кількість застрахованих осіб за 2019 рік [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.pfu.gov.ua/ko/20209-informatsiya-pro-kilkist-zastrahovanyh-osib-zadanyimy-zvitnosti-platnykiv-za-serpen-2019-roku-po-golovnomu-upravlinnyu-pensijnogo-fondu-ukrayiny/>.